

研究生课程《复杂物质的分离与分析》教学的改革与探索

周欣雅, 陈美凤, 张千峰*

安徽工业大学分子工程与应用化学研究所, 安徽 马鞍山

收稿日期: 2026年2月16日; 录用日期: 2026年3月22日; 发布日期: 2026年3月30日

摘要

《复杂物质的分离与分析》是化学及相关专业的核心课程, 其教学内容涵盖蒸馏、萃取、色谱、结晶等关键技术。然而, 传统教学中存在的理论抽象化、实验碎片化及科研脱节化问题, 导致学生难以建立系统分析能力。面对新时代创新型人才培养的需求, 亟需对课程教学体系进行重构, 以提升学生的学习兴趣并强化科研素养的培养。本文立足教学方式改革与现实应用价值, 探索以学生为中心、问题为导向、科研为牵引的教学模式创新路径。

关键词

复杂物质的分离与分析, 研究生课程教学, 教学模式创新

Reform and Exploration of Teaching of Graduate Course "Separation and Analysis of Complex Substances"

Xinya Zhou, Meifeng Chen, Qianfeng Zhang*

Institute of Molecular Engineering and Applied Chemistry, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui

Received: February 16, 2026; accepted: March 22, 2026; published: March 30, 2026

Abstract

"Separation and Analysis of Complex Substances" is a core course in chemistry and related disciplines, covering key techniques such as distillation, extraction, chromatography, and crystallization. However, traditional teaching practices are often characterized by abstract theoretical instruction,

*通讯作者。

fragmented experimental training, and insufficient integration with scientific research, which hinder students from developing systematic analytical abilities. In response to the demand for cultivating innovative talents in the new era, it is imperative to reconstruct the course teaching system to enhance students' learning interest and strengthen the development of their research literacy. Based on teaching methodology reform and practical application value, this study explores an innovative teaching model that is student-centered, problem-oriented, and guided by scientific research.

Keywords

Separation and Analysis of Complex Substances, Graduate Course Teaching, Innovation of Teaching Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《复杂物质的分离与分析》课程是一门以解决分析工作中复杂体系物质分离与富集问题为核心目标的专业课程，主要面向化学及相关专业硕士研究生开设，在专业课程体系中具有重要的基础性与综合性地位。随着分析对象复杂程度的不断提升及分析需求的持续拓展，该课程在培养学生分离分析思维和综合应用能力方面的重要性日益凸显。课程内容以复杂样品中目标组分的有效分离与准确分析为主线，系统讲授蒸馏、萃取、色谱、结晶等经典分离技术，并适当引入部分现代分离方法，重点阐明各类分离技术的基本原理、适用条件及其应用特点，旨在引导学生构建较为完整、系统的分离分析方法体系。本课程的教学目标在于引导学生全面、系统地掌握各类分离方法的理论基础，深入理解复杂样品前处理与分离分析的一般思路和技术路线，熟悉复杂样品处理的基本方法与规范操作流程。在此基础上，通过设置复杂体系分离与分析相关实验教学内容及综合性训练环节，引导学生在具体问题情境中比较不同分离方法的适用性与局限性，逐步掌握在不同体系特征和不同分析目标要求下分离分析方法的合理选择与灵活应用。教学实施过程中，注重理论教学与实验实践的有机融合，强化分离原理、实验现象与分析结果之间的内在逻辑联系，着力提升学生对分离分析全过程的系统认知水平。

通过上述教学实施，课程旨在培养学生科学、系统的分析思维方式和严谨求实的科研作风，增强其综合运用分离分析方法解决实际问题的能力，为其后续专业课程学习及科研实践奠定坚实基础。在此背景下，本文将从教学方式创新与课程现实应用价值两个方面出发，系统探讨《复杂物质的分离与分析》课程的教学改革思路、实施路径及其育人效果。

2. 探索多样化的教学方式

2.1. 融合建构主义学习理论

复杂物质分离教学需融合建构主义学习理论。建构主义源于对认知主义的发展，作为一种成熟的学习理论，其核心观点认为，知识并非通过教师单向传授获得，而是学习者在特定情境中，借助教师、学习伙伴的帮助，利用相关学习资料，通过主动意义建构的方式习得[1] [2]。

传统的“填鸭式”教育，直接给学生灌输理论知识，不仅生硬无趣，达不到良好的课堂效果，也不符合现代教育理念。结合中国教育“立德树人”的根本任务，以及复杂物质分离教学中“重实践、重应用、

重思维培养”的本土特点，建构主义的“以生为本、以学定教”理念具有极强的适配性——其核心逻辑与我国当前基础教育改革、高等教育专业课教学优化的方向高度契合，可通过本土化转化，适配中国学生的认知规律和复杂物质分离的教学痛点，让理论服务于本土教学实践。

基于建构主义的学习理论，更注重“以生为本、以学定教”，强调学习的过程不应是教师单方面的讲授，而是学生主体在教师创设的情境中，各自选择感兴趣的切入点，通过独立、同伴互助或教师协助等方式，主动获取解决各类问题所必需的新知识，并在新旧知识的碰撞中，逐步构建关联形成智慧完成意义建构，最终实现建构主义理论与中国复杂物质分离教学的深度融合，助力本土专业人才培养和教学质量提升。例如，让研一学生提前参观实验室，观察高年级研究生的日常实验涉及哪些操作，记录这些操作的名称和操作步骤。还可以让学生参观仪器室，了解如何正确操作仪器进行实验研究，记录可能遇到的问题。将在实验室中发现的问题带到课堂上，有针对性地互相讨论，比教师直接传授更能强化学生的记忆。此外，可以邀请高年级学生提前总结好他们在实验室中碰到的问题有哪些，如何解决这些问题？让高年级学生来教室与研一学生面对面讨论研究，最后由教师总结补充各个问题。这样由学生在实际中找寻问题，在与同学和高年级学生交流讨论中加深知识。还可引入 PBL (项目式学习) [3] 与案例研讨相结合的教学模式，教师通过在课堂学习中为学生设置一系列难度梯度不同的问题，鼓励学生在解决问题的过程中获取知识、学会学习，并通过反思构建属于自己的学科知识框架[4]。引导学生以小组为单位，围绕复杂物质分离的实际需求与技术难点，自主选取研究场景、设计分离方案，全程涵盖方案论证、参数优化、流程设计等核心环节，最终通过小组答辩的形式，展示设计思路、阐述技术亮点与应用可行性，接受师生共同点评与质疑。既契合研究生层次的学习特点，又能将理论知识与实践操作深度融合，有效避免“被动接受”的教学弊端，促使研究生在方案设计、小组协作、答辩交流的过程中，深化对复杂物质分离技术的理解，同时锤炼创新思维、工程实践与语言表达能力，真正实现从“知识吸收”向“能力输出”的转变，贴合研究生人才培养的核心目标。

2.2. 掌握正确教学方法

研究表明，学生对抽象分离原理的理解依赖于具象实验经验的积累。例如，结晶概念的学习可以先通过观察晶体形成过程(如硫酸铜溶液冷却析出蓝色晶体)建立感性认知，再进阶至如何长出较为完整晶体的理论分析。还可以对学生以前接触过的分离方法先以提问的形式进行回忆，而后在此基础上深入讲解。例如在讲解“分离过程的本质”知识点时，可以先从生活中的现象开展话题，糖可以溶于水形成均匀溶液，这是自发的熵增过程。由此进一步地从化学热力学的角度分析分离的本质，由浅入深地开展知识点讲解，更能让学生接受和理解。在教学过程中，要注意引导学生独立思考，启发式教学。如在讲述薄层色谱分离法的基本原理时，根据以往做过的分析化学实验现象提出问题：在进行薄层色谱实验时，为什么溶剂展开速度先快后慢？为什么溶剂前沿会参差不齐？在讲授的同时结合多媒体教学手段将分离方法及在各方面的应用情况图文并茂地给学生展示[5]，加强学生对知识的记忆。

2.3. 实行“有限开卷”与“有限闭卷”结合的期末测评

《复杂物质的分离与分析》这门课，采用两次考试取均值的方法。第一次为“有限开卷”，让学生翻阅书籍，查询资料后完成试卷的填写。第二次为“有限闭卷”，在第一次填写完试卷后，让学生闭卷再次答题，检验学生对试题和知识点是否掌握透彻。通过两轮试题答题情况，能够更全面地了解学生知识点薄弱区域，再集中针对性讲解试题和知识点，加深学生记忆。

3. 融合现实应用价值

在日常的教学过程中，不仅要对学生进行知识点的讲解，也要将其与现代应用的实际例子结合起来，

做到理论与实际相结合。分离技术在现代科技和工业中具有广泛的应用，其核心是利用混合物中各组分的物理或化学性质差异，实现组分的分离与提纯。在化工生产领域中，分离技术的应用尤为普遍。常用的技术手段包括膜分离技术、超滤技术、蒸馏及萃取等。膜分离技术可用于废水处理，例如采用纳滤膜对荧光增白染料进行过滤处理，可使染料纯度提升至 87% 以上，还可以在石油精炼中分离原油成汽油、柴油等馏分[6]；超滤技术不仅可用于氨气分离工艺改造，有效降低生产能耗并保护相关设备，还可应用于食品加工行业，对乳制品、果汁等产品进行澄清处理；蒸馏技术主要用于分离沸点差异大的液体混合物(如石油分馏)，萃取技术则借助溶剂对不同组分的溶解度差异，实现目标成分的提取，如在药物脱盐工艺中的应用。

分离技术在制药领域的应用主要体现在两个方面：一是分离纯化。通过蒸馏、结晶、萃取等方法提纯药物(如青霉素)。二是质量检测。利用色谱法分析药物成分，确保纯度。分离技术还可以用于环境保护，如废水处理、废气净化等；可以对食品加工原料进行提纯。在生物工程与医药上，可以用于蛋白质/核酸分离、酶回收与产物分离。分离技术通过优化物质性质差异实现高效分离，广泛应用于化工、制药、环保、食品等核心领域，其发展正朝着节能、环保、高效率方向演进[7][8]。因此，在高校开展《复杂物质的分离与分析》课程是很有必要的。

4. 总结

综上所述，《复杂物质的分离与分析》课程作为化学及相关专业中兼具综合性与实践性的核心课程，在培养学生分离分析思维、实验技能及科研素养方面发挥着重要作用。针对传统教学模式中普遍存在的理论内容抽象、实验教学碎片化以及教学内容与科研实践联系不足等问题，本文从教学方式创新与课程现实应用价值两个层面，对课程教学改革的必要性与可行性进行了系统分析。在国家“新工科”建设等宏观教育政策导向下，创新型人才培养成为高等教育的核心目标，单纯以知识传授为导向的教学模式已难以满足学生能力发展的需求，亟需通过教学理念与教学方式的重构，推动课程教学由“以教师为中心”向“以学生为中心”转变。

本文围绕复杂样品分离与分析这一核心任务，将问题导向与科研导向引入课程教学全过程，通过对教学内容体系、教学实施方式及实验教学环节的整体优化，强化了理论教学与实验实践之间的内在联系，有助于学生建立系统、完整的分离分析方法框架。在教学实践中，引导学生在具体问题情境下思考分离分析方案的设计与选择，促进其对分离方法适用性与局限性的理解，提升综合分析能力与创新意识。同时，通过引入科研案例和真实分析问题，增强了课程内容的现实针对性和应用价值，提高了学生的学习主动性与参与度。从教学效果来看，该教学改革模式在一定程度上改善了学生对复杂分离分析问题“学不会、用不上”的认知困境，使其能够将分散的知识点整合为具有逻辑联系的分析思路，有效提升分析问题和解决实际问题的能力。此外，课程注重对学生科学思维方式、严谨科研态度及规范实验意识的培养，为其后续科研学习或工程实践奠定了良好基础。未来仍可在教学评价方式、课程内容与前沿研究的衔接以及信息化教学手段应用等方面进一步深化探索。总体而言，本文的研究为相关课程在创新型人才培养背景下推进教学模式改革提供了有益参考。

致 谢

本研究生教学课程项目得到安徽工业大学研究生院的帮助和支持。

参考文献

- [1] 何克抗. 新型建构主义理论——中国学者对西方建构主义的批判吸收与创新[J]. 中国教育科学(中英文),

2021, 4(1): 14-29.

- [2] 张雅洁, 杜攀, 季益刚. 基于建构主义学习理论的物理化学课程思政探究[J]. 广东化工, 2024, 51(19): 228-229, 244.
- [3] 郝晓英, 武珊. PBL 教学模式在高职数学教学中的应用探究[J]. 新课程研究, 2025(2): 56-58.
- [4] 汪洋. PBL 教学模式在高职数学教学中的应用[J]. 佳木斯职业学院学报, 2026(2): 200-202.
- [5] 季一兵, 陈玉英. 分离与复杂物质分析课的教学[J]. 药学教育, 2003, 19(3): 29-30.
- [6] 孔庆然, 吴春艳, 杜斌, 等. 膜萃取分离技术在工业应用中研究进展[J]. 水处理技术, 2025, 51(6): 8-14, 26.
- [7] 肖子强, 郑国栋, 李超, 等. 高效分离技术在化工工艺中的研究与应用[J]. 辽宁化工, 2025, 54(5): 880-882.
- [8] 吕德鹏, 杨玥. 膜分离技术在生物制药中的应用[J]. 山西化工, 2022, 42(5): 25-28.